

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-205028

(43)公開日 平成6年(1994)7月22日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号 庁内整理番号

FILED

技術表示箇所

11/ 00

審査請求 未請求 請求項の数19(全 17 頁)

(21)出願番号 特願平5-267776

(22)出願日 平成5年(1993)10月1日

(31) 優先權主張番号 955789

(32)優先日 1992年10月2日

(33) 優先掩主張國 米國 (U.S.)

(71)出願人 390035493

アメリカン テレフォン アンド テレグラフ カムパニー

AMERICAN TELEPHONE
AND TELEGRAPH COMPANY

NY
アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨー
ーク ニューヨーク アヴェニュー オブ
ジ アメリカズ 32

(72)発明者 ウィルヘルム クレーマー

アメリカ合衆国 01826 マサチューセッツ、ミドルセックス カウンティー、ドランカット、コロニアル ドライヴ 59

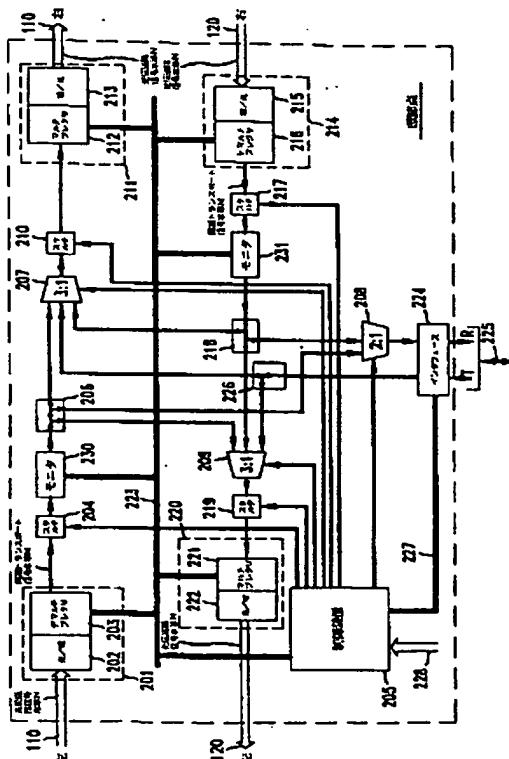
(74)代理人 弁理士 三侯 弘文

(54)【発明の名称】 双方向環伝送システムにおける選択的従属切替方法および装置

(57) 【要約】

【目的】 効率的で無保護の帯域幅が存在する双方向環伝送システムにおける選択的従属切替方法および装置を提供する。

【構成】 選択的従属切替は、伝送路切替されるように準備されている、回線の帯域幅の一部のみを、完全に伝送路切替する設定および解体手続を支配する同一規則に従って、選択的に切り替えることにより実現される。残りの帯域幅は、無保護のまま残されうる。または、まず、伝送路切替された環の機能は、同一環伝達システム内の、経路切替された環の機能に結合されることによって、幾つかの残りの帯域幅は、経路切替されうる。また、他の切替自由度は、回線上の特定帯域幅を環切替でなく、選択的に範囲切替することにより、4光ファイバ式双方向伝送路切替環伝送システム内で達成される。この目的で、通信回線準備情報が全ての環節点に供給される。



(2)

特開平6-205028

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1伝送経路と第2伝送経路とによって相互接続された複数個の環節点を有する双方向環伝送システムに使用される環節点であって、第1伝送経路は、環節点から環節点へ第1方向に環伝送システムを回って、通信回線をトランスポートし、第2伝送経路は、環節点から環節点へ第2方向に環伝送システムを回って、通信回線をトランスポートする環節点において、本環節点内で稼動中の複数の通信回線を識別する記述項、および、上記稼動中通信回線のいずれが保護切替されるべきかに関する保護切替表示を記憶する手段と、本環節点と隣合せの1個または2個以上の環節点が故障しているかを判定するため、本環節点に入力される信号を監視し、上記1個または2個以上の故障環節点の識別情報を確定する手段と、上記1個または2個以上の故障環節点の識別情報に応答して、本環節点内で稼動中の通信回線のうち、いずれが上記1個または2個以上の故障環節点内で終了するかを判定する手段と、

上記1個または2個以上の故障環節点内で終了した通信回線の上記識別情報と上記保護切替表示に応答して、保護されるべき、本環節点内の通信回線を保護切替する手段とからなることを特徴とする双方向環伝送システムにおける選択的従属切替装置。

【請求項2】 上記双方向環伝送システムは、4本の光ファイバを含み、これら4本の光ファイバのうち2本は、上記第1伝送経路として使用され、上記4本の光ファイバのうち2本は、上記第2伝送経路として使用され、上記保護切替表示は、影響を受けた通信回線が伝送路切替されるべきか、範囲切替されるべきかを示し、上記保護切替手段は、さらに上記保護表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、範囲切替することを特徴とする請求項1の装置。

【請求項3】 上記保護切替表示は、影響を受けた通信回線が伝送路切替されるべきか、全く切替えられない、すなわち、無保護のままかを示し、上記保護切替手段は、さらに上記保護切替表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、または、切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項1の装置。

【請求項4】 上記双方向環伝送システムは、4本の光ファイバを含み、これら4本の光ファイバのうち2本は、上記第1伝送経路として使用され、上記4本の光ファイバのうち2本は、上記第2伝送経路として使用され、上記保護切替表示は、さらに、影響を受けた通信回線が範囲切替のみされるべきかを示し、上記保護切替手段は、さらに上記保護表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線

2

を伝送路切替するか、範囲切替えるか、全く切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項3の装置。

【請求項5】 上記保護切替表示は、影響を受けた通信回線が伝送路切替されるべきか、範囲切替されるべきかを示し、上記保護切替手段は、さらに上記保護切替表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、または、範囲切替することを特徴とする請求項1の装置。

10 【請求項6】 上記双方向環伝送システムは、4本の光ファイバを含み、これら4本の光ファイバのうち2本は、上記第1伝送経路として使用され、上記4本の光ファイバのうち2本は、上記第2伝送経路として使用され、上記保護切替表示は、さらに、影響を受けた通信回線が範囲切替のみされるべきかを示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、経路切替するか、または、範囲切替することを特徴とする請求項5の装置。

20 【請求項7】 上記保護切替表示は、さらに、影響を受けた通信回線が全く切替えられない、すなわち、無保護のままか否かを示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護切替表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、経路切替するか、または、全く切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項5の装置。

【請求項8】 上記双方向環伝送システムは、4本の光ファイバを含み、これら4本の光ファイバのうち2本は、上記第1伝送経路として使用され、上記4本の光ファイバのうち2本は、上記第2伝送経路として使用され、上記保護切替表示は、さらに、影響を受けた通信回線が範囲切替のみされるべきか否かを示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、経路切替するか、範囲切替するか、または、全く切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項7の装置。

【請求項9】 上記双方向環伝送システムは、4本の光ファイバを含み、これら4本の光ファイバのうち2本は、上記第1伝送経路として使用され、上記4本の光ファイバのうち2本は、上記第2伝送経路として使用され、上記保護切替表示は、影響を受けた通信回線が経路切替されるべきか、または、範囲切替されるべきかを示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を経路切替するか、または、範囲切替することを特徴とする請求項1の装置。

【請求項10】 上記双方向環伝送システムは、4本の光ファイバを含み、これら4本の光ファイバのうち2本

(3)

特開平6-205028

3

は、上記第1伝送経路として使用され、上記4本の光ファイバのうち2本は、上記第2伝送経路として使用され、上記保護切替表示は、さらに、影響を受けた通信回線が範囲切替されるべきか、または、全く切替えられるべきでない、すなわち、無保護のままとするかを示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を範囲切替するか、または、全く切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項1の装置。

【請求項11】 上記保護切替表示は、影響を受けた通信回線が経路切替されるべきか、または、全く切替えられるべきでない、すなわち、無保護のままとするかを示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護切替表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を経路切替するか、または、全く切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項1の装置。

【請求項12】 上記双方向環伝送システムは、4本の光ファイバを含み、これら4本の光ファイバのうち2本は、上記第1伝送経路として使用され、上記4本の光ファイバのうち2本は、上記第2伝送経路として使用され、上記保護切替表示は、さらに、影響を受けた通信回線が範囲切替されるべきか否かを示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を経路切替するか、範囲切替するか、または、全く切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項11の装置。

【請求項13】 複数個の環節点と、
上記複数個の環節点を相互接続し、環伝送システムを回って、環節点から環節点へ第1伝送方向に通信回線をトランスポートする第1伝送経路と、
上記複数個の環節点を相互接続し、環伝送システムを回って、環節点から環節点へ第1伝送方向と反対の第2伝送方向に通信回線をトランスポートする第2伝送経路とを含む双方向環伝送システムにおいて、

通信回線保護切替方法は、

上記複数個の環節点のそれぞれ内に、特定環節点内で稼動中の通信回線を識別する記述項および上記稼動中通信回線のいずれが保護切替されるべきか否かに関する保護切替表示を与えるステップと、

上記特定環節点と隣合せの1個または2個以上の環節点が故障しているか否かを判定するため、特定環節点に入力される信号を監視するステップと、上記1個または2個以上の故障環節点の識別情報を確定するステップと、上記1個または2個以上の故障環節点の上記識別情報に応答して、上記特定環節点内で稼動中の通信回線のうちいずれが上記1個または2個以上の故障環節点内で終了するかを判定するステップと、

(4)

4

上記1個または2個以上の故障環節点で終了した通信回線の上記識別情報と上記保護切替表示に応答して、保護されるべき、本環節点内の通信回線を保護切替するステップとからなる双方向環伝送システムにおける選択的従属切替方法。

【請求項14】 上記保護切替表示は、影響を受けた通信回線が伝送路切替されるべきか、全く切替されるべきでない、すなわち、無保護のままとするかを表示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護切替表示に応答して、上記保護切替表示によって表示された通りに、影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、または、切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項13の方法。

【請求項15】 上記双方向環伝送システムは、4本の光ファイバを含み、これら4本の光ファイバのうち2本は、上記第1伝送経路として使用され、上記4本の光ファイバのうち2本は、上記第2伝送経路として使用され、上記保護切替表示は、さらに、影響を受けた通信回線が範囲切替のみされるべきか否かを示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、範囲切替するか、または、全く切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項14記載の方法。

【請求項16】 上記保護切替表示は、影響を受けた通信回線が伝送路切替されるべきか、経路切替されるべきかを表示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護切替表示に応答して、上記保護切替表示によって表示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、または、経路切替することを特徴とする請求項13の方法。

【請求項17】 上記双方向環伝送システムは、4本の光ファイバを含み、これら4本の光ファイバのうち2本は、上記第1伝送経路として使用され、上記4本の光ファイバのうち2本は、上記第2伝送経路として使用され、上記保護切替表示は、さらに、影響を受けた通信回線が範囲切替のみされるべきか否かを示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護表示に応答して、上記保護切替表示によって示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、経路切替するか、または、範囲切替することを特徴とする請求項16の方法。

【請求項18】 上記保護切替表示は、さらに、影響を受けた通信回線が伝送路切替されるべきか、全く切替えられるべきでない、すなわち、無保護のままとするかを表示し、上記保護切替手段は、さらに、上記保護切替表示に応答して、上記保護切替表示によって表示された通りに、上記影響を受けた通信回線を伝送路切替するか、経路切替するか、または、全く切替えない、すなわち、無保護のままとすることを特徴とする請求項16の方法。

50

【請求項19】 環伝送システムを回って、それぞれ反対方向に通信回線をトランスポートする第1伝送経路と第2伝送経路とによって相互接続された複数個の環節点を有する双方向環伝送システムに使用される方法において、

上記複数個の環節点のうちの1個内で稼動中の通信回線のうちの全部より少ない個別の通信回線のそれぞれに対して、この通信回線が保護切替されるべきであるという表示を記憶するステップと、

上記特定の環節点に隣合い、上記特定の環節点内で稼動中の通信回線を終了させる、環節点の故障に基づいて、保護切替表示が記憶されたときは、上記通信回線を保護切替えし、保護切替表示が記憶されていないときは、上記通信回線を無保護のままにするステップとからなる双方向環伝送システムにおける選択的従属切替方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、双方向環伝送システムにおける選択的従属切替方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 伝送システムに故障が存在する場合に、通信の接続を維持することは、ますます重要となってい。この目的のため、機器故障、ファイバ切断および節点故障が存在する場合に、通信回線を修復する経路切替型環伝送システム、および、最近では双方向伝送路切替型環伝送システムが提案されている。

【0003】 双方向伝送路切替型環伝送システムは、いわゆる単純ハブ型トラフィックパターン（この場合、経路切替型環伝送システムと伝送路切替型環伝送システムとが同一容量を有する）を除く全ての通信トラフィックパターンについて、経路切替型環伝送システムに対して容量上の利点を有する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 他方、経路切替型環伝送システムは、環上をトランスポートされている各通信回線について、環伝送システム上の環節点毎に回線存在させる。双方向伝送路切替型環伝送システムによれば、環上を進行する通信回線の全ての環節点での回線存在は、経路切替型環伝送システムでの同一の通信回線に使用される帯域幅の2倍の帯域幅を使用することによってのみ確立されうる。また、双方向伝送路切替型環伝送システムによれば、必要なときに、全てのサービス帯域幅は、環保護切替される。帯域幅のいずれの部分をも、環切替により無保護のまますることは、できない。

【0005】

【課題を解決するための手段】 非効率的汎用通信回線の存在に關係する問題および双方向伝送路切替伝送システムにおける環切替により保護されない帯域幅が無いという問題は、環切替されるように準備されている、伝送路の帯域幅の一部のみを、完全に伝送路切替する設定およ

び解体手続を支配する同一規則に従って、選択的に切替えることにより克服される。残りの帯域幅は、通信回線毎に無保護、または、経路切替のまま残すことができる。これにより、まず、伝送路切替された環機能は、同一環伝送システム内の経路切替された環機能に結合される。

【0006】 また、本発明（すなわち、他の切替自由度）は、伝送路上の特定帯域幅を環切替でなく、選択的に範囲切替することにより、4本光ファイバ双方向伝送路切替環伝送システム内で達成される。この目的で、ある通信回線が伝送路切替されるべきか否かに関し、そして、この通信回線が伝送路切替される必要のない場合には、経路切替されるべきか、範囲切替されるべきか、または、切替えられる必要がない（すなわち、無保護のまま）かに関し、通信回線準備情報が全ての環節点に供給される。これにより、環上の個別通信回線が保護切替されるべきか否かの判定と、保護切替される場合には、行われる切替の型との判定が通信回線毎に行われうる。

【0007】

【実施例】 図1は、双方向環伝送システムを概略的に示している。この例では、双方向伝送路切替型環伝送システム100が説明の簡潔さと、明瞭さとのため、環節点101～104のみを含むものとして示されている。環節点101～104は、反時計回りの伝送経路110と時計回りの伝送経路120とにより相互接続されている。本実施例によれば、伝送経路110と伝送経路120とは、複数本の光ファイバにより構成されている。各伝送路は、1本の光ファイバまたは2本の光ファイバにより構成されうる。すなわち、双方向伝送路切替型環伝送システム100は、2本光ファイバシステムまたは4本光ファイバシステムでありうる。

【0008】 2本光ファイバシステムの場合には、伝送経路110および伝送経路120内の各光ファイバは、サービス帯域幅および保護帯域幅を含む。4本光ファイバシステムの場合は、伝送経路110および伝送経路120のそれぞれは、サービス帯域幅用光ファイバと、および、これと別体の保護帯域幅用光ファイバとを含む。このような双方向伝送路切替型環伝送システムは、公知である。

【0009】 本実施例によれば、光同期網デジタル信号フォーマットのデジタル信号の伝送が仮定されている。しかし、本発明が他のデジタル信号フォーマット（例えば、国際電信電話諮問委員会同期デジタル階層（SDH）デジタル信号フォーマット）にも等しく適用されうることは、明らかである。本実施例によれば、光伝送路信号水準N（OC-N）光同期網（SONET）デジタル信号フォーマットが伝送経路110および伝送経路120を通じての伝送のために使用されていることが仮定されている。光同期網デジタル信号フォーマットについて50は、1990年9月6日に発行されたベル通信研究所の

TA-NWT000253の技術提言「光同期網トランスポートシステム：共通一般基準」に説明されている。

【0010】保護切替の要求と肯定応答とは、伝送経路110および伝送経路120のそれぞれ上において保護帯域幅に付随する光同期網オーバヘッド中の自動保護切替(APS)チャネル内を伝送される。光同期網オーバヘッドの自動保護切替は、保護帯域幅の光同期網オーバヘッド中のK1バイトおよびK2バイトからなる。K1バイトは、通信回線の切替要求を示す。K1バイトの最初の4ビットは、切替要求優先順位を示し、最後尾の4ビットは、環節点識別子(ID)を示す。K2バイトは、要求された保護切替の肯定応答を示す。K2バイトの最初の4ビットは、環節点識別子を示し、最後尾の4ビットは、取られた処置を示す。説明のため、「通信回線」は、環上に入口点と出口点とを有する光同期網水準3同期トランスポート信号デジタル信号とする。

【0011】環節点101～104のそれぞれは、アッド・ドロップマルチプレクサ(ADM)からなる。光同期網式アッド・ドロップマルチプレクサの一般要件については、ベル通信研究所において、1989年9月2日に発行されたTR-TSY-000496、1991年9月の補巻1の技術文献「光同期網アッド・ドロップマルチプレクサ(SONET ADM)一般基準」に記載されている。本実施例によれば、伝送の意味でアッド・ドロップマルチプレクサは、保護切替時に、環節点内に信号を通過させ、環節点で信号を付加し、環節点で信号を落し、信号をつなぎ、環節点での保護切替時に、信号をループバック切替する。

【0012】本発明の実施例を含む、図2は、環節点101～104の細部を示す概略ブロック線図である。実施例によれば、左(W)から右(E)へのデジタル信号伝送方向は、伝送経路110上でのサービス帯域幅および保護帯域幅において仮定されている。環節点およびその中のアッド・ドロップマルチプレクサの動作は、伝送経路120上でのサービス帯域幅および保護帯域幅において、右(E)から左(W)へのデジタル信号伝送方向について同様であることは、明らかである。

【0013】具体的言えば、環節点に入り、受信機201に光伝送路信号水準N光同期網光信号を供給する伝送経路110が示されている。この場合、Nは、例えば、12または48でありうる。

【0014】受信機201は、光/電(O/E)インターフェース202と、少なくとも1個の同期トランスポート信号水準M光同期網デジタル信号を生じるデマルチプレクサ(DEMUX)203とを含む。このような光/電インターフェースおよびデマルチプレクサは、公知である。

【0015】本実施例によれば、Mは、3と仮定され、Nは、Mより大きい。2本光ファイバ双方向伝送路切替型環伝送システム内で伝送路切替を行うために、Mは、

$N/2$ の値を有する除数である必要がある。しかし、本発明の原理によれば、経路保護切替が望まれる従属水準以下である必要がある。デマルチプレクサ203の同期トランスポート信号水準M信号出力は、スケルチ回路204に供給される。スケルチ回路204は、後述するように、制御装置205の制御の下で、警告表示信号(AIS)を挿入することにより、入力通信回線を制御自在に抑制(すなわち、通過阻止)する。スケルチ回路204の細部は、図3および図4に示されており、その動作は、後述される。

【0016】抑制され、または、他の処理を受けた同期トランスポート信号水準M信号は、モニタ230および同報通信装置206へ供給される。モニタ230は、信号喪失(LOS)のような状態、または、ビット誤り率(BER)のようなパラメータについて、通過する通信回線信号を検査する。このようなモニタは、当業者には、公知である。同報通信装置は、該同報通信装置に供給された同期トランスポート信号水準M信号を複製し、複製信号を複数個の出力として供給する。このような同報通信装置は、公知である。同報通信装置206は、3個の同一同期トランスポート信号水準M信号を生成し、第1同期トランスポート信号水準M信号を3対1選択器207の入力に供給し、第2同期トランスポート信号水準M信号を2対1選択器208の入力に供給し、第3同期トランスポート信号水準M信号を3対1選択器209の入力に供給する。3対1選択器207の同期トランスポート信号水準M信号出力は、スケルチ回路204と同一のスケルチ回路210に供給される。

【0017】スケルチ回路210は、制御装置205の制御の下で、特定の出力通信回線の抑制に使用される。スケルチ回路210の同期トランスポート信号水準M信号は、送信機211内のマルチプレクサ212に供給される。マルチプレクサ212の出力は、信号水準光伝送路信号水準N電気デジタル信号である。この信号は、電気/光(E/O)インターフェース213を介して伝送経路110に接続される。

【0018】同様に、右(E)から左(W)への方向において、光伝送路信号水準N光信号は、伝送経路120を介して、受信機214内の光/電気(O/E)インターフェース215に供給される。ついで、デマルチプレクサ216は、同期トランスポート信号水準M信号を生じ、この信号は、スケルチ回路217を介して、モニタ231に供給され、ついで、同報通信装置218に供給される。

【0019】同報通信装置218は、同期トランスポート信号水準M信号を複数個(本実施例では、3個)の同一同期トランスポート信号水準M信号として複製する。第1同期トランスポート信号水準M信号は、3対1選択器207の入力に供給され、第2同期トランスポート信号水準M信号は、2対1選択器208の入力に供給さ

れ、第3同期トランスポート信号水準M信号信号は、3対1選択器209の入力に供給される。3対1選択器209の出力は、スケルチ回路219を介して送信機2・20に供給される。送信機220において、マルチブレクサ221は、同期トランスポート信号水準M信号を水準光伝送路信号水準N電気信号として、多重化し、ついで、電気／光インターフェース222は、水準光伝送路信号水準N光信号を伝送経路120に供給する。

【0020】制御装置205は、信号を供給された回線の切替、通信回線の決定論的抑制、または、経路切替を行う。また、後述されているように、特定の通信回線の範囲切替の限定は、4本光ファイバ双方向伝送路切替環伝送システム内でも実現されうる。制御装置205は、バス223を介して受信機201および214と送信機211および220と接続し、バス227を介して、インターフェース224と接続する。

【0021】具体的には、制御装置205は、信号喪失(光同期網フォーマットのKバイト等)を判定するため、入力デジタル信号を監視する。また、制御装置205は、保護切替の目的で、Kバイトの適切なメッセージを挿入する。メッセージの実例は、後述される。通信回線の所望の決定論的抑制を実現するため、制御装置205は、バス228を介して、環節点を通過する全ての通信回線の識別子、環節点で付加および／または落される通信回線、および、双方向伝送路切替環100内の全ての節点の識別子を供給される。制御装置205の制御の下での通信回線の抑制については、後述される。制御装置205は、モニタ230および231と接続されており、入力経路切替通信回線の2個のコピーの健全性を比較し、選択器208に2個のコピーのうち良い方を取るように命令する。

【0022】インターフェース224は、特定の二重リンク225へインターフェース接続するため使用され、いずれの所望の構成をも含みうる。例えば、インターフェース224は、DSXとのDS3デジタル信号インターフェース、DSXとの同期トランスポート信号水準1E(電気的)光同期網デジタル信号インターフェース、光伝送路信号水準N光同期網光信号との光内線インターフェース、および、その他を含みうる。このようなインターフェース構成は、公知である。

【0023】具体的に言えば、環節点で落される信号(R)は、2対1選択器208を介して、制御装置205の制御の下に、同報通信装置206または218からインターフェース224に供給される。ついで、インターフェース224は、適切な信号を二重リンク225に供給する。環節点で付加される信号(T)は、二重リンク225から、必要であれば、同期トランスポート信号水準Mデジタル信号フォーマットへの変換が行われるインターフェース224へ供給される。ついで、同期トランスポート信号水準M信号は、複製が行われる同報通信装置2

26へ供給される。

【0024】複製された同期トランスポート信号水準M・デジタル信号は、同報通信装置226により、3対1選択器207の入力と3対1選択器209の入力とに供給される。本実施例によれば、3対1選択器207と3対1選択器209とは、制御装置205の制御の下に、伝送経路110または120上のサービス帯域幅または保護帯域幅内での伝送のため、付加される信号を選択する。

10 【0025】本実施例によれば、環節点において付加されるデジタル信号のための正常伝送路は、例えば、図2中、左へ向う伝送経路120上のサービス帯域幅内に存在するであろう。

【0026】以下、保護切替が存在するべきとすれば、伝送路切替されるべき通信回線に対する手続を説明する。インターフェース224から付加された信号(T)は、同報通信装置226を介して、つながれ、制御装置205の制御下に、伝送経路110上の保護帯域幅に3対1選択器207によって選択される。同様に、ループバック保護切替があるはずであり、環節点が故障に隣合わせであるとすれば、環節点で落される信号(R)は、伝送経路120上の保護帯域幅内に収容され、2対1選択器208を介して、同報通信装置218からインターフェース224へ切替えられるであろう。

【0027】明細書中に使用される「故障」または「環節点故障」は、光ファイバ断線、ケーブル断線等により引起される節点装置故障、および、いわゆる節点隔絶故障を含むように意図されている。

【0028】その他の場合には、落される信号(R)は、故障に隣合わせの環節点において、伝送経路120上の保護帯域幅から伝送経路110上のサービス帯域幅へ切換えられ、通常通り、環節点で受信される。ついで、伝送経路110上で落された信号(R)は、同報通信装置206と208とを介して、インターフェース224へ供給される。

【0029】上述の通り、制御装置205は、インターフェース224の状態と、バス227を介してインターフェース224に供給されるデジタル信号とを監視する。具体的に言えば、信号喪失、符号化反則等(すなわち、信号故障状態)について、インターフェース224を監視する。

【0030】前述の通り、制御装置205の制御下に、デジタル信号は、環節点を通過し、環節点で付加され、落され、つながれ、または、ループバック切替される。伝送経路110上でサービス帯域幅に入る同期トランスポート信号水準Mデジタル信号のループバック切替は、制御装置205が3対1選択器209をして同報通信装置206から同期トランスポート信号水準Mデジタル信号を選択させ、スケルチ回路219を介して、上記信号を送信機220に供給することにより行われる。

【0031】ついで、送信機220は、水準光伝送路信号水準N光信号を伝送経路120上の保護帯域幅に供給する。ループバック切替において、信号は、伝送経路110上のサービス帯域幅に入るときは、明らかに、伝送経路120上の保護帯域幅にループバック切替される。逆の場合も、同様である。信号は、伝送経路110上の保護帯域幅に入るときは、伝送経路120上のサービス帯域幅にループバック切替される。逆の場合も、同様である。環節点で付加される信号は、インターフェース224から供給され、同報通信装置226により複製され、制御装置205の制御の下で、3対1選択器207または209により伝送経路110または120上で付加されるように選択される。

【0032】環節点で落されるデジタル信号は、制御装置205の制御の下で、2対1選択器208により、同報通信装置206(伝送経路110)または同報通信装置218(伝送経路120)から選択される。伝送経路120に入った信号に対する通過およびループバック切替は、伝送経路110に入った信号に対するものと同一である。

【0033】通信回線の誤接続は、故障環節点と隣合う環節点内で、故障環節点で終了する、伝送路切替るべき通信回線を決定論的に抑制することにより双方向伝送路切替環100内で回避される。隣合う故障環節点は、他の故障環節点によって、または、光ファイバ断線やケーブル断線によって隔離されているために、故障したように見える環節点を含む複数個の環節点を含みうる。この目的で、双方向伝送路切替環100内の各環節点は、代表的な場合、制御装置205の制御の下で、スケルチ回路204、210、217および219により所望の抑制を行なうように、設けられている。本実施例によれば、入力通信回線および出力通信回線とも、抑制される。しかし、出力通信回線を抑制するだけでもよい。

【0034】図3は、スケルチ回路ユニットの一例の各部を示す概略ブロック線図である。具体的に言えば、同期トランスポート信号水準Mデジタル信号は、デマルチブレクサ301に供給される。デマルチブレクサ301において、同期トランスポート信号水準Mデジタル信号は、該同期トランスポート信号水準Mデジタル信号を構成するM個の同期トランスポート信号水準1デジタル信号302-1～302-Mに分離される。

【0035】M個の同期トランスポート信号水準1デジタル信号は、1対1基準で警告表示信号挿入ユニット303-1～303-Mに供給される。警告表示信号挿入ユニット303-1～303-Mは、制御装置205の制御の下で、抑制されるべき通信回線に含まれた同期トランスポート信号水準Mデジタル信号(同期トランスポート信号水準Mデジタル信号)に警告表示信号を挿入する。警告表示信号挿入ユニット303の構成は、図4に示されており、後述される。

【0036】M個の同期トランスポート信号水準1デジタル信号は、マルチブレクサ304内で多重化され、所望の同期トランスポート信号水準Mデジタル信号を生じる。同期トランスポート信号水準Mデジタル信号の多重化構成の詳細は、上述した技術勧告書TA-NWT-000253に記載されている。

【0037】図4は、警告表示信号挿入ユニット303の構成を示す概略ブロック線図である。具体的に言えば、警告表示信号発生器401および2対1選択器402のーの入力供給される同期トランスポート信号水準1デジタル信号が示されている。

【0038】警告表示信号発生器401は、同期トランスポート信号水準1デジタル信号に警告表示信号を挿入する。技術勧告書TA-NWT-000253で指摘されているように、同期トランスポート経路警告表示信号は、同期トランスポート信号水準1オーバヘッドバイトH1、H2およびH3および全同期トランスポート同期有料部(SPE)のバイト内に存在する「全ての値が1である」信号である。2対1選択器402は、制御装置205の制御の下で、出力として、入力同期トランスポート信号水準1デジタル信号、または、警告表示信号発生器401から警告表示信号が挿入された同期トランスポート信号水準1デジタル信号を選択する。

【0039】図5は、環節点101～104の識別子表を示す。環節点識別子は、電／光インターフェース222を介して制御装置205のメモリ内に供給された検索表に格納されている。上述の通り、環節点識別子は、4ビット語であり、K1バイトの第2の4ビットと、自動保護切替チャネルのK2バイトの最初の4ビットとに含まれる。

【0040】図6は、節点101～104を通じる反時計回りの通信(図4)に対して、環節点(本実施例によれば、環節点104)内の全ての稼動中通信回線の識別子表を示す。稼動中通信回線には、環節点104で付加され、落され、および、環節点104を通過する稼動中通信回線が含まれる。環節点内に存在する稼動中通信回線の識別子表は、制御装置205のメモリ内の検索表内に入力228を介して供給される。図6の表には、

(a) 同期トランスポート信号水準M通信回線番号
(#) b～f、(b) 通信回線入口点(すなわち、通信回線に対するA端)の環節点の識別子、および、(c) 通信回線入口点(すなわち、通信回線に対するA端)の環節点の識別子が示されている。

【0041】したがって、図6の通信回線識別子表は、同期トランスポート信号水準M(b)が環節点104で双方双方向伝送路切替環100に入り、環節点102で双方双方向伝送路切替環100を出ること、同期トランスポート信号水準M(c)が環節点103で双方向伝送路切替環100に入り、環節点101で双方向伝送路切替環100を出ること、同期トランスポート信号水準M(d)が

50

環節点 102 で双方向伝送路切替環 100 に、入り、環節点 101 で双方向伝送路切替環 100 を出ること、同期トランスポート信号水準M (e) が環節点 103 で双方向伝送路切替環 100 に入り、環節点 102 で双方向伝送路切替環 100 を出ること、および同期トランスポート信号水準M (f) が環節点 103 で双方向伝送路切替環 100 に入り、環節点 104 で双方向伝送路切替環 100 を出ることを示す。

【0042】A 端と名づけられた環節点は、入口点とみなされ、Z 端と名づけられた環節点は、出口点とみなされるが、個別通信回線が上記のような各節点において入口点と出口点とを有する二重回路であってもよいことは、明らかである。従来は、全ての通信回線が伝送路切替されていたが、今後は、望み通りに、通信回線の部分集合を伝送路切替すること、および、通信回線の部分集合を経路切替することができる。

【0043】したがって、図 6 に示されているように、同期トランスポート信号水準M (b)、同期トランスポート信号水準M (c) および同期トランスポート信号水準M (d) は、伝送路切替するように供給され、同期トランスポート信号水準M (e) および同期トランスポート信号水準M (f) は、経路切替するように供給される。

【0044】また、通信回線の部分集合を無保護のままとする能力がもたらされる。また、4 本光ファイバ双方伝送路切替環デジタル信号によれば、通信回線の範囲切替が使用されるか否かを明示することもできる。これらの概念は、図 7 に示されている。図 7 は、環節点 101 から環節点 104 に至る反時計回りの通信について、環節点 104 内の全ての稼動中通信回線の識別子表の他の一例を示す。

【0045】具体的に言えば、図 7 は、無保護、または、範囲切替された通信回線が 4 本光ファイバ環伝送システム内の制御装置 205 (図 2 参照) のメモリ内の検索表内に入力 228 を介して供給される方法を説明する。通信回線 S TS-M (b) ~ S TS-M (f) の供給は、図 6 に示され、上述の通りである。通信回線 S TS-M (g) は、範囲切替されるだけであり、通信回線 S TS-M (h) は、無保護である。

【0046】図 8 は、故障が存在する場合において、通信回線の供給された切替 (必要なときは、決定論的抑制) を行うために、環節点の動作を制御中の制御装置 205 の動作を示すフローチャートである。具体的に言えば、プロセスには、ステップ 801 より入る。

【0047】ステップ 801 後の機能ブロック 802 は、入力光伝送路信号水準 N 信号の K バイトを監視し、この信号中の環節点識別子を処理する。

【0048】ついで、条件付分岐点 803 は、処理された環節点識別子が 1 個または 2 個以上の環節点が故障しているか否かを表示するかを判定するためテストする。

上述の通り、環節点故障は、節点の機器故障およびファイバ断線等により引起される、いわゆる節点隔離故障を含むものとして定義されている。故障状態の具体例は、後述する。処理された環節点の識別子が環節点故障の無いことを示すときは、故障は、環節点故障以外のものであり、制御権は、機能ブロック 804 に移される。

【0049】同様に、ステップ 803 が 1 個の環節点故障を示すときは、故障した環節点の識別子は、既知となり、制御権は、直ちに、機能ブロック 804 へ移される。処理された環節点の識別子が多重環節点故障を示すときは、機能ブロック 805 は、故障環節点の識別子をメモリ内の環節点検索表 (図 5 参照) から得させる。ついで、他の 2 つの場合のように、制御権は、機能ブロック 804 に移される。機能ブロック 804 は、影響を受けた通信回線が伝送路切替え (または、抑制) されるべきか否か、伝送路切替されないときは、範囲切替されるべきか否か、経路切替されないときは、範囲切替されるべきか否かについて、制御装置 205 (図 2 参照) のメモリ内の通信回線識別子検索表 (図 7 参照) から、影響を受けた通信回線の識別子を得させる。

【0050】影響を受けた通信回線が識別されると、条件付分岐点 806, 810 および 812 は、影響を受けた個別通信回線が伝送路切替されるべきか否か、経路切替されるべきか否か、または、範囲切替されるべきか否かに従って、制御過程を分ける。

【0051】通信回線の伝送路切替、経路切替および範囲切替のいずれもがなされないときは、通信回線は、無保護のままである。影響を受けた通信回線が伝送路切替、経路切替、範囲切替のみ、または、切替なし、(すなわち、無保護のまま) の下位群に配列されることは、当業者には明らかである。

【0052】ステップ 806 で決定されるように、通信回線が伝送路切替されるべきときは、機能ブロック 807 は、必要であれば、スケルチ回路 204, 210, 217 および 219 (図 2 参照) をして、環節点内の識別された通信回線を抑制する。上述の通り、故障環節点内で終る、上記環節点内で稼動中の全ての伝送路切替された通信回線は、抑制される。これに基づいて、故障環節点内で終らない伝送路切替された通信回線をして、つながらせ、切替させ、環を「修復」させる。その後、プロセスは、ステップ 809 で終了する。

【0053】ステップ 806 および 810 で決定されるように、通信回線が経路切替されるべきときは、機能ブロック 811 は、モニタ 230 および 231 (図 2 参照) によって、特定の通信回線の 2 つのコピーの相対的健全度を比較し、適切であれば、2 対 1 選択器 208 (図 2 参照) において、経路切替えを行う。その後、プロセスは、ステップ 809 で終了する。

【0054】ステップ 806 および 810 において判定されるように、影響を受けた通信回線が伝送路切替も範

囲切替もなされるべきでないときは、条件付分歧点812は、通信回線が範囲切替されるべきか否かを判定するためテストする。影響を受けた通信回線が範囲切替されるべきときは、機能ブロック814は、適切に範囲切替を行う。その後、プロセスは、ステップ809で終了する。また、ステップ806、810および812で判定されるように、影響を受けた通信回線が無保護のまま残されるべきときは、プロセスは、ステップ809で終了する。

【0055】図9には、双方向伝送路切替型環100内の伝送経路故障について、自動保護切替チャネルのK1バイト内の故障メッセージ伝送が説明されている。本実施例の場合、故障は、環節点101および102間の伝送経路110および120に存在するものとして示されている。

【0056】環節点101は、伝送経路120上の環節点102からの信号喪失を検出する。本明細書中、信号喪失は、フレーム喪失、高いビット誤り率等のような他の標識を含むものとして使用される。検出後、環節点101は、環節点102が故障したものとしての環節点102からの信号を識別する伝送路切替要求メッセージを伝送する。具体的に言えば、伝送路切替え要求メッセージは、伝送経路120上の自動保護切替チャネルのK1バイト内を故障したものから環節点104へ伝送される。この伝送路切替え要求メッセージは、SFL/1002と名づけられる。

【0057】また、環節点101は、伝送経路110上の自動保護切替チャネルのK1バイト内で故障したものへ伝送する。範囲切替メッセージは、SFS/102と名づけられる。しかし、範囲切替要求は、4本の光ファイバ双方向伝送路切替型環伝送システム100においてのみ、出され、実現されうる。

【0058】環節点104は、入力自動保護切替チャネルK1バイト内の伝送路切替え要求メッセージSFL/102が隣合う環節点を識別しないことを承認し、伝送路切替要求メッセージを102上に移す。

【0059】同様に、環節点103も、伝送路切替え要求メッセージを環節点102上に移す。ついで、環節点102は、伝送路切替え要求メッセージSFL/102内のそれ自身の識別子（環節点102に対して環節点が故障していないことを示す）を承認する。環節点故障が存在していないので、環節点102内で稼動中のいずれの通信回線も抑制される必要がない。しかし、環節点102は、双方向伝送路切替型環伝送システム100内の他の環節点のための通信回線のために、伝送経路120上のサービス帯域幅内の環節点で受信された伝送路切替された通信回線Aを伝送経路110上の保護帯域幅ヘルーブック切替する。また、環節点102は、伝送経路120上のサービス帯域幅内を伝送経路110上の保護帯域幅に、伝送される予定であった、節点へ入力された伝

送路切替された通信回線のループバック切替も行う。伝送経路120上のサービス帯域幅または保護帯域幅から落される予定である、環節点102で受信された通信回線は、上述の通り、制御装置205の制御の下で、インターフェース224（図2参照）に供給される。現在の経路選択が故障の影響を受けるときは、経路切替されるべき通信回線は、その終端環節点において経路切替される。

【0060】同様に、環節点102は、環節点101と環節点102との間で、伝送経路110および120内の故障なので、伝送経路110上の環節点101からの信号喪失を検出する。ついで、環節点102は、環節点101が故障したものとして環節点101からの信号を識別する伝送路切替要求メッセージを伝送する。この伝送路切替え要求メッセージは、SFL/101と名づけられる。また、環節点102は、伝送経路110上の自動保護切替チャネルのK1バイト内で故障したものへ、範囲切替要求メッセージを伝送する。範囲切替メッセージは、SFS/101と名づけられる。また、範囲切替要求は、4本の光ファイバ双方向伝送路切替型環伝送システム100においてのみ、出され、実現されうる。

【0061】環節点103は、入力自動保護切替チャネルK1バイト内の伝送路切替え要求メッセージSFL/101が隣合う環節点を識別しないこと承認し、伝送路切替要求メッセージを環節点104上に移す。同様に、環節点104も、伝送路切替え要求メッセージを環節点101上に移す。

【0062】ついで、環節点101は、伝送路切替え要求メッセージSFL/101内のそれ自身の識別子（環節点101に対して環節点が故障していないことを示す）を承認する。環節点故障が存在していないで、環節点101内で稼動中のいずれの通信回線も抑制される必要がない。しかし、環節点101は、双方向経路切替型環100内の他の環節点のための通信回線のために、伝送経路110上のサービス帯域幅内の環節点で受信された伝送路切替された通信回線を伝送経路120上の保護帯域幅ヘルーブック切替する。また、環節点101は、伝送経路110上のサービス帯域幅内を伝送経路120上の保護帯域幅へ、伝送される予定であった、節点へ入力された伝送路切替された通信回線のループバック切替を行う。

【0063】伝送経路110上のサービス帯域幅または保護帯域幅から落される予定である、環節点101で受信された通信回線は、上述の通り、制御装置205の制御の下で、インターフェース224（図2参照）に供給される。現経路選択が故障の影響を受けるときは、経路切替されるべき通信回線は、その終端環節点において経路切替される。

【0064】図10は、双方向伝送路切替環100内の1個の環節点故障について、K1バイトによる、自動保

護切替チャネル内の故障メッセージ伝送を示す。本実施例において、故障は、環節点101内に存在するものとして示されている。環節点102は、環節点101の故障なので、伝送経路110上の環節点101からの信号喪失を検出する。ついで、環節点102は、環節点101が故障したものとして環節点101からの信号を識別する伝送路切替要求メッセージを、伝送経路110上の自動保護切替チャネルK1バイト内で故障したものから環節点103へ伝送する。この伝送路切替え要求メッセージは、SFL/101と名づけられる。また、環節点102は、伝送経路120上で自動保護切替チャネルK1バイトからの範囲切替要求メッセージを伝送する。範囲切替メッセージは、SFS/101と名づけられる。上記の通り、範囲切替は、4本の光ファイバ双方向伝送路切替型環伝送システム100においてのみ、出され、実現されうる。

【0065】環節点103は、入力自動保護切替チャネルK1バイト内の伝送路切替え要求メッセージSFL/101が隣合う環節点を識別しないことを承認し、それゆえ、伝送路切替要求メッセージを環節点104上に移す。

【0066】環節点104は、伝送路切替え要求メッセージSFL/101が隣合う故障環節点の識別子を含むことを承認する。1個の節点故障は、環節点104も伝送経路120上の環節点101からの信号喪失を検出しているので、表示される。この結果、環節点104は、制御装置205(図2参照)の制御の下で、環節点101のためである環節点104内の伝送路切替えされた全ての稼動中通信回線を抑制させる。抑制は、図2および図8のプロセスに関連して上述した通りに実現される。

【0067】具体的には、図6または図7の環節点104のための通信回線識別子表を参照すれば、通信回線STS-M(c)とSTS-M(d)Sが抑制されるべきことが判る。伝送路切替えされた通信回線STS-M(b)は、環節点101内で終了していないものと識別される。このため、通信回線STS-M(b)に対して、抑制は、行われない。したがって、通信回線STS-M(b)は、環節点104内で伝送経路120上の保護帯域幅ヘループバック切替され、伝送経路120上で環節点102へ供給され、上述の通りの方法で、環節点102で、適切に落される。現経路選択が環節点101の故障の影響を受けているときは、経路切替えされた通信回線STS-M(e)とSTS-M(f)とは、その終端において、経路切替えされる。通信回線STS-M(f)は、環節点101の故障の影響を受けないので、環節点103および環節点104との間の通信は、正常に実現される。

【0068】環節点102は、環節点101と環節点102との間で、伝送経路110および120内の故障なので、伝送経路110上の環節点101からの信号喪失

を検出する。ついで、環節点102は、環節点101が故障したものとして環節点101からの信号を識別する伝送路切替要求メッセージを伝送する。この伝送路切替え要求メッセージは、SFL/101と名づけられる。また、環節点102は、伝送経路110上の自動保護切替チャネルのK1バイト内で故障したものへ、範囲切替要求メッセージを伝送する。範囲切替メッセージは、SFS/101と名づけられる。また、範囲切替要求は、4本の光ファイバ双方向伝送路切替型環伝送システム100においてのみ、出され、実現されうる。環節点103は、入力自動保護切替チャネルK1バイト内の伝送路切替え要求メッセージSFL/101が隣合う環節点を識別しないことを承認し、伝送路切替要求メッセージを環節点104上に移す。

【0069】同様に、環節点104も、伝送路切替要求メッセージを環節点101上に移す。ついで、環節点101は、伝送路切替要求メッセージSFL/101内のそれ自身の識別子(環節点101に対して環節点が故障していないことを示す)を承認する。1個の節点故障は、環節点102が環節点101からの信号喪失を検出し、環節点101を故障したものとして識別する伝送路切替要求メッセージを受信しているので、表示される。この結果、環節点102は、環節点101のためである伝送路切替えられた全ての稼動中通信回線を抑制する。

【0070】双方向経路切替型環100内の全ての環節点の他のものの中で終了し伝送路切替えられた通信回線は、双方向経路切替型環100を修復するに必要な通りに適切につながれ、ループバック切替される。上述の通り、現経路選択が故障の影響を受けたときは、経路切替されるべき通信回線は、その終端の環節点で経路切替される。

【0071】

【発明の効果】本発明によれば、双方向伝送路切替型環伝送システムの容量上の利点を保持したまま、経路切替型環伝送システムの欠点を除去し、帯域幅の一部を無保護のままですることができる。これにより、稼動率の高い双方向伝送路切替型伝送システムが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】環伝送システムの概略ブロック線図である。

【図2】環節点の細部の概略ブロック線図である。

【図3】図2に示された環節点に使用されるスケルチ回路である。

【図4】図3に示されたスケルチ回路に使用される警告表示信号挿入ユニットの各部の概略ブロック線図である。

【図5】図2に示された制御装置のメモリに内蔵された環節点識別子表の一例を示す。

【図6】環節点104の、図2に示された制御装置のメモリに内蔵された通信回線識別子表の一例を示す。

【図7】環節点104の、図2に示された制御装置のメ

モリに内蔵された通信回線識別子表の一例を示す。

【図8】図2に示された制御装置の切替、および、あるいは抑制を説明するフローチャートである。

【図9】双方向回線切替型環伝送システムでのファイバ全故障に対する故障メッセージ伝送の説明図である。

【図10】双方向回線切替型環伝送システムでの一つの環節点に対する故障メッセージ伝送の説明図である。

【符号の説明】

100 双方向伝送路切替型環

101 環節点

102 環節点

103 環節点

104 環節点

110 伝送経路

120 伝送経路

201 受信機

204 スケルチ回路

205 制御装置

210 スケルチ回路

211 送信機

217 スケルチ回路

219 スケルチ回路

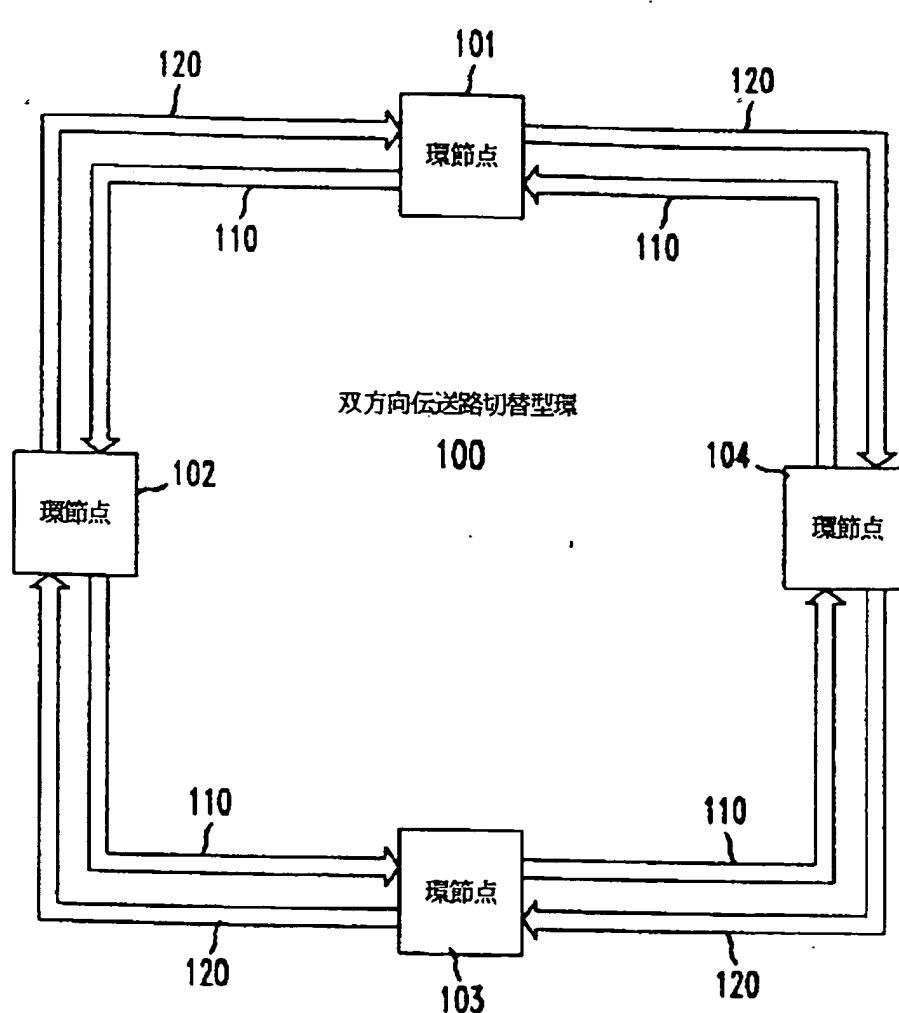
10 230 モニタ

231 モニタ

330 警告表示信号挿入ユニット

【図1】

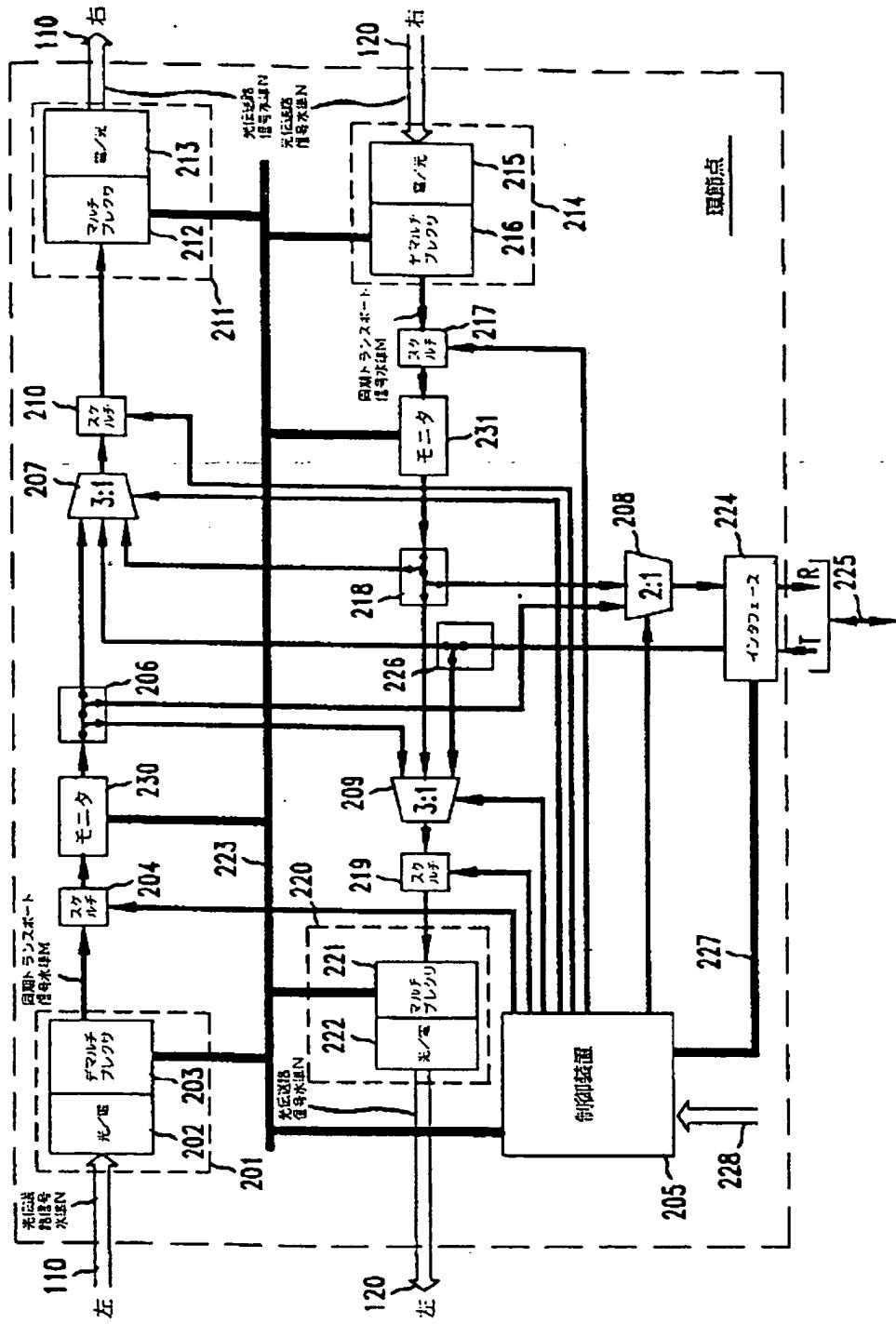
【図5】



環節点識別子表

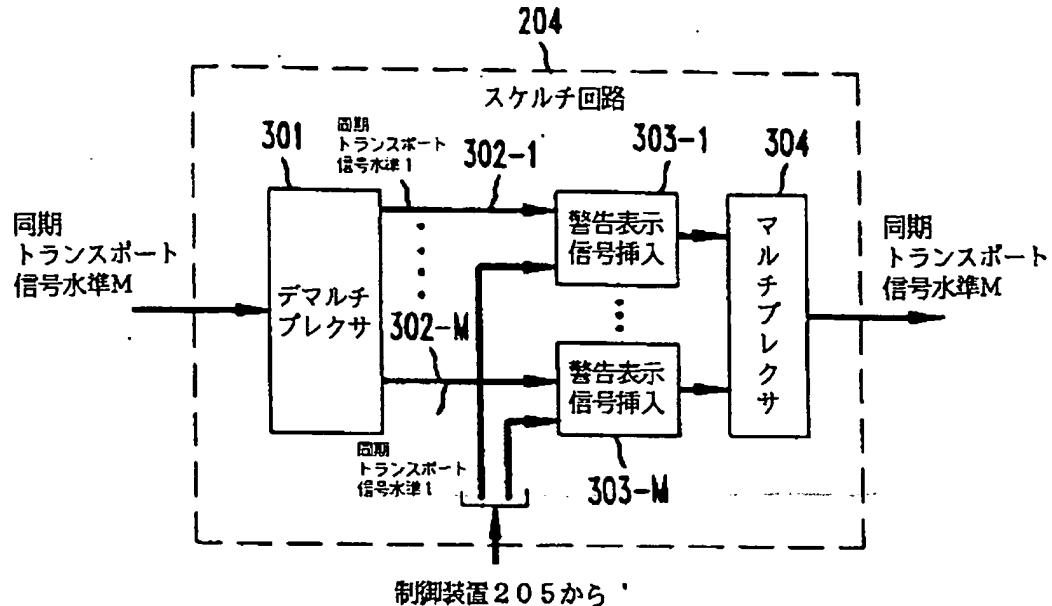
節点識別子
101 識別子
102 識別子
103 識別子
104 識別子

【图2】

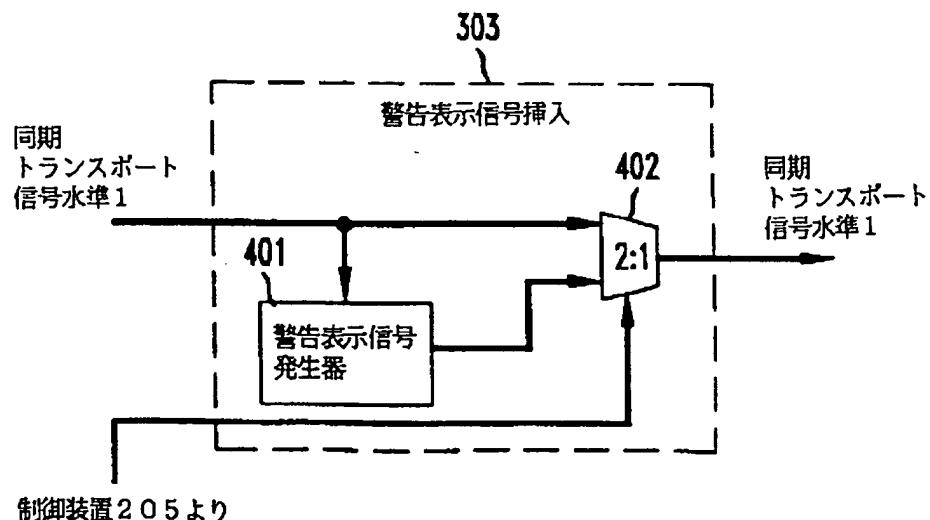


BEST AVAILABLE COPY

[図3]



[4]



【图 6】

環節點104用通信回線識別子表

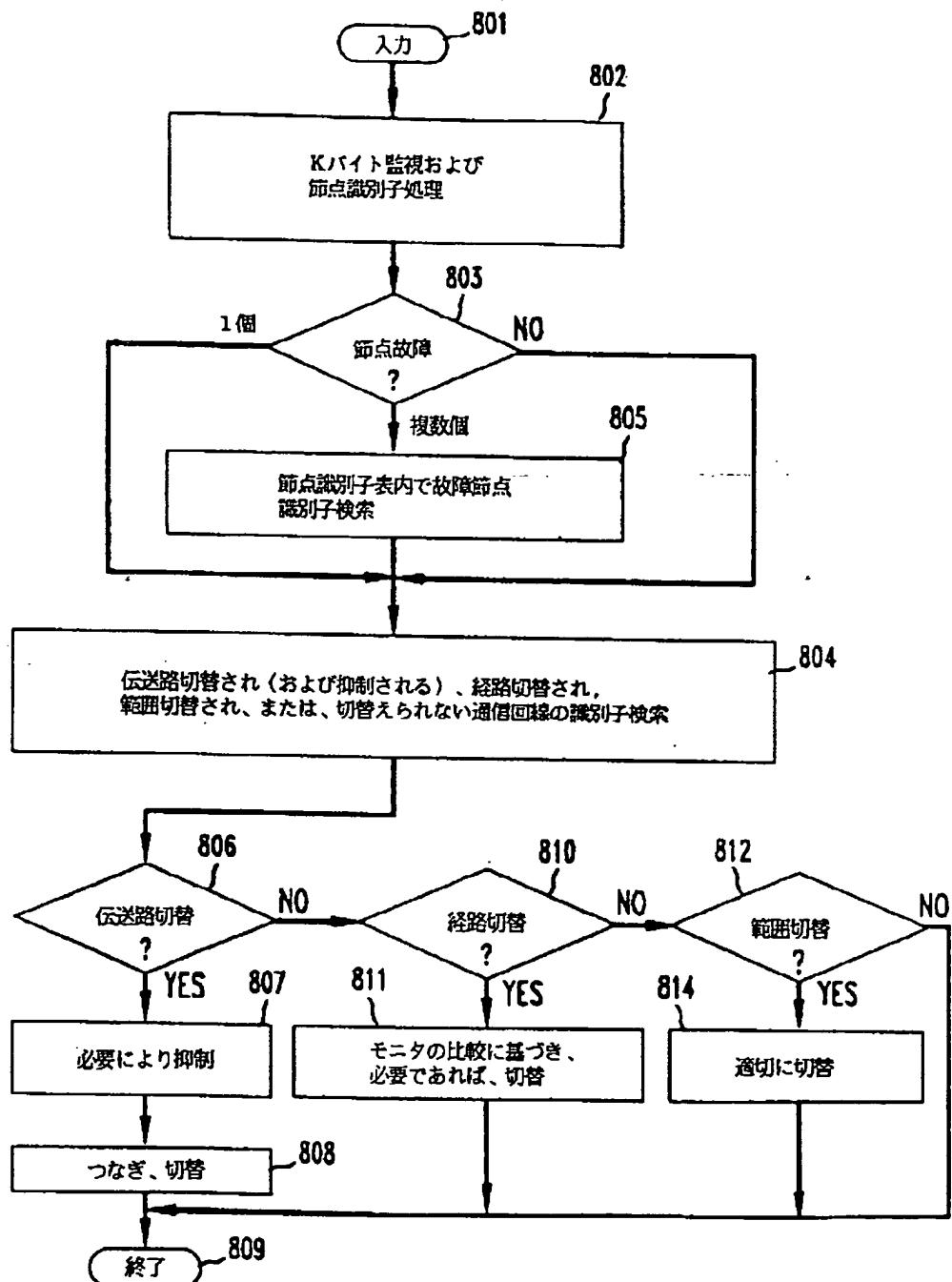
回路トラン ズポート番号(本端)	A端	Z端	伝送路切替	経路切替
b	104	102	YES	NO
c	103	101	YES	NO
d	102	101	YES	NO
e	103	102	NO	YES
f	103	104	NO	YES
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図7】

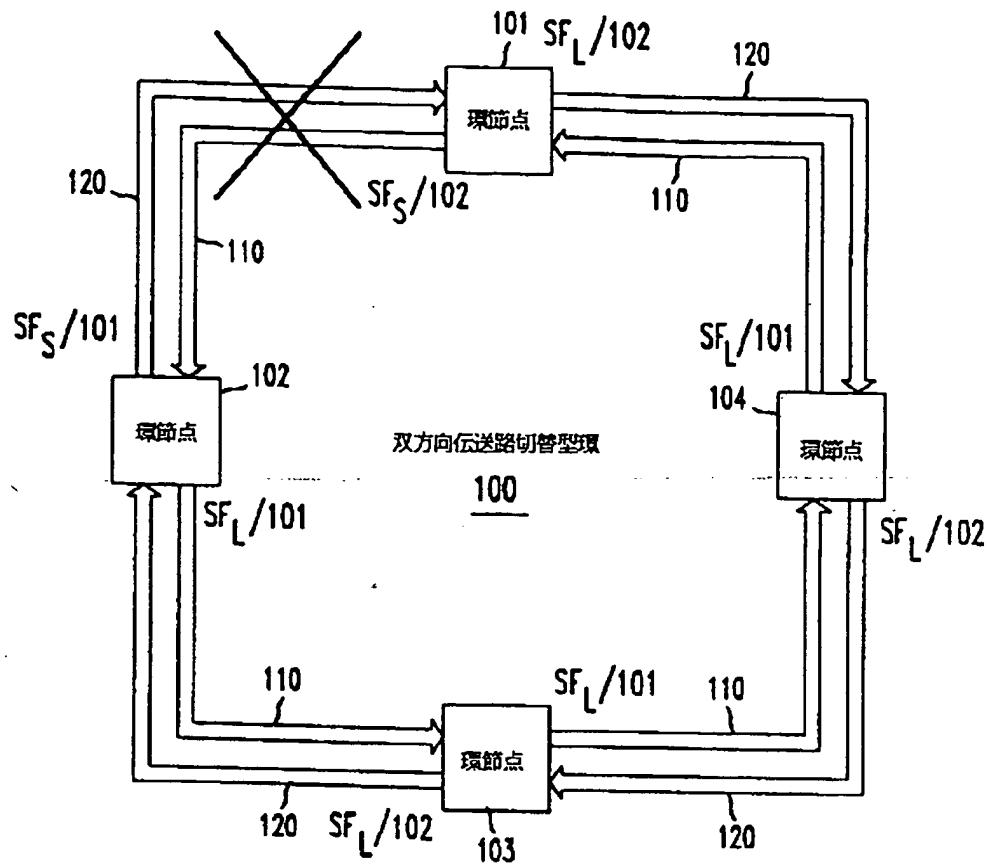
環節点104用通信回線識別子表

回路トランジストポート信号水準M	A端	Z端	伝送路切替	経路切替	範囲切替
b	104 103	102 101	YES YES	NO YES	NO YES
c	102 103	101 103	NO NO	NO NO	NO NO
d	103 104	104 103	NO NO	NO NO	NO NO
e	104 104	101 104	...	...	...
f	104 104	101 104	...	...	...
g	104 104	101 104	...	...	...
h	104 104	101 104	...	...	...

【図8】



【図9】



【図10】

